



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: 0 484 716 A1

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 91117803.6

⑮ Int. Cl. 5: G01P 3/481, H02N 11/00

⑭ Anmeldetag: 18.10.91

⑯ Priorität: 09.11.90 DE 4035603

⑰ Anmelder: VACUUMSCHMELZE GMBH  
Grüner Weg 37 Postfach 2253  
W-6450 Hanau 1 (DE)

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
13.05.92 Patentblatt 92/20

⑰ Erfinder: Zimmer, Rainer, Dipl.-Ing.  
Mainzer Strasse 36  
W-6072 Dreieich (DE)  
Erfinder: Preusse, Norbert, Dr.  
Iglauer Strasse 2d  
W-8755 Alzenau (DE)

⑯ Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT NL SE

### ⑯ Elektromagnetischer Geber zur Bestimmung der Drehzahl und/oder Drehrichtung eines Rotors.

⑯ Es sind elektromagnetische Geber zur Erfassung der Drehzahl und/oder Drehrichtung bekannt, bei denen als Sensorelemente ortsfeste bistabile Schaltelemente (1), wie Wiegand-Drähte oder Impulsdrahtelemente eingesetzt werden. Die Ansteuerung erfolgt durch Dauermagnete (7), die an einem Rotor (6) befestigt sind. Es sind spezielle Ausgestaltungen bekannt, bei denen das Schalten und Rücksetzen der Schaltelemente durch einen einzigen Dauermagneten erfolgt. In diesen Fällen ist jedoch eine Steigerung der Auflösung durch Erhöhung der Zahl der Impulse pro Umdrehung nicht möglich, da die Anzahl der Magnete (7) nicht erhöht werden kann. Bei Erhöhung der Auflösung durch den Einsatz mehrerer Magnete (7) ist es erforderlich, für das Schalten und das Rücksetzen des Schaltelementes (1) getrennte Magnete vorzusehen. Erfindungsgemäß wird eine Anordnung vorgeschlagen, bei der das Schalten und das Rücksetzen des bistabilen magnetischen Schaltelementes (1) durch den gleichen Dauermagneten (7) erfolgt, der versetzt zur Achse des Rotors (6) so an diesem angebracht ist, daß seine beiden Magnetpole in Umfangsrichtung des Rotors (6) nebeneinander angeordnet sind. Bei hinreichend kleinem Abstand a zwischen Magnet (7) und Schaltelement (1) ist mit einer solchen Anordnung aufgrund der Inhomogenität des Magnetfeldes zudem eine Richtungserkennung möglich.

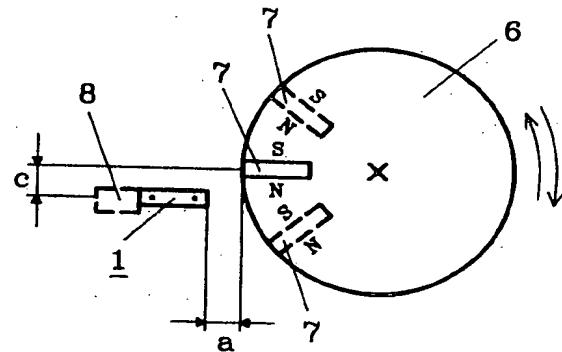


Fig. 3

EP 0 484 716 A1

Die Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Geber zur Bestimmung der Drehzahl und/oder Drehrichtung eines Rotors mit mindestens einem an dem Rotor angebrachten Dauermagneten und mit mindestens einem seitlich neben dem Rotor angeordneten bistabilen magnetischen Schaltelement mit zugehöriger Sensorspule, das sprunghaft in einem großen Barkhausensprung ummagnetisierbar ist.

Bistabile magnetische Schaltelemente sind beispielsweise unter den Bezeichnungen Wiegand- und Impulsdrahtsensor bekannt und u. a. in einem Beitrag von G. Rauscher und C. Radeloff in dem von R. Boll und K.-J. Overshott herausgegebenen Buch "Magnetic Sensors", Weinheim, 1989, beschrieben. Wiegand- und Impulsdrahtsensoren können in einer Sensorspule Spannungsimpulse bis zu etwa 3 V in 1000 Windungen induzieren, wenn beim Ummagnetisieren eine definierte Feldstärkenschwelle überschritten wird. Die Spannungsamplitude ist dabei weitgehend unabhängig von der Feldänderungsrate des wirkenden Magnetfeldes. Der magnetische Schalteffekt beruht hierbei auf großen, reproduzierbaren Barkhausensprüngen in zugbelasteten ferromagnetischen Drähten. Bei Wiegand-Drähten wird durch Tordieren und Dehnen die Mantelzone des Drahtes plastisch verformt und in ihr eine Koerzitivfeldstärke von ca. 30 A/cm eingestellt, während der Kern unter elastischen Spannungen kommt und dessen Koerzitivfeldstärke etwa 10 bis 20 A/cm beträgt. Der Wiegand-Draht besteht somit im wesentlichen aus einem magnetisch härteren Mantel, der den magnetisch weicheren Kern unter Zugspannung bringt.

Im Gegensatz zu den Wiegand-Drähten handelt es sich bei den Impulsdrähten um Verbunddrähte aus zwei unterschiedlichen Legierungen, bei denen der Mantel den Schaltkern unter Zugspannung setzt und gegebenenfalls gleichzeitig eine Dauermagnetfunktion übernehmen kann. Um die erforderlichen Spannungen zu erzielen, können beispielsweise Legierungen mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten verwendet werden. Zudem ist es möglich, durch einmaliges Dehnen des Drahtes den Schaltkern unter Zugspannung zu bringen, indem der Mantel über die Elastizitätsgrenze hinaus beansprucht wird, während der Kern im elastischen Bereich verbleibt.

Wegen der von der Frequenz unabhängigen Spannungsimpulse eignen sich Wiegand- und Impulsdrahtsensoren insbesondere auch als Geber zur Bestimmung der Drehzahl und / oder Drehrichtung eines Rotors. Hierbei kann beispielsweise der Sensor fest neben einer rotierenden Welle angeordnet sein, wobei an der Welle mindestens ein Dauermagnet angebracht ist. In der obengenannten Buchveröffentlichung sind entsprechende Umdrehungszähler angegeben. So ist es möglich, den

5 Sensor neben der rotierenden Welle zu positionieren und Stabmagnete mit ihrer Längsrichtung parallel zur Drehachse anzubringen, so daß durch das variierende Feld beim Drehen der Welle ein Schalten und Rücksetzen des Sensors erfolgt. Für das Schalten und das Rücksetzen sind jedoch in der Regel zwei Magnete erforderlich.

10 In einer weiteren bekannten Anordnung ist der Sensor in Verlängerung der Drehachse angebracht und ein einziger stabförmiger Magnet ist am Ende der Drehachse so angeordnet, daß er die Drehachse schneidet und seine beiden Magnetpole nach außen weisen. Bei einer solchen Anordnung ist es möglich, daß Schalten und Rücksetzen des Sensors mit nur einem Dauermagneten zu realisieren. Aus der genannten Veröffentlichung ist ferner ein Umdrehungszähler bekannt, bei dem eine Erkennung der Drehrichtung möglich ist. Hierzu wird jedoch die Impulsfolge von mindestens drei Sensoren benötigt.

15 Weitere Anordnungen zur Drehzahlerkennung sind in der DE-OS 36 21 778 beschrieben. Hierbei ist der Sensor mit seiner Längsachse senkrecht zur Drehachse am Umfang einer Welle angeordnet. An der Welle ist mindestens ein Dauermagnet so angebracht, daß seine Magnetisierungsrichtung mit der Richtung der Längsachse des Sensorkerns übereinstimmt. Weiterhin ist die Polarität des bzw. der Dauermagnete so gewählt, daß bei Drehung der Welle abwechselnd unterschiedliche Pole an der Stirnseite des Sensors vorbeigeführt werden. Die Dauermagnete besitzen also eine radiale Magnetisierungsrichtung. Die Dauermagnete sind so auf den Umfang der Welle aufgebracht, bzw. in diesen eingelassen, daß abwechselnd der Nordpol und der Südpol nach außen weist. Somit dient bei dieser Ausführungsform jeweils ein Dauermagnet zur Auslösung des Impulses im Sensor und der nächste Dauermagnet zur Rücksetzung des Sensors.

20 Das Auslösen des Impulses und das Rücksetzen des Sensors kann nach der DE-OS 36 21 778 jedoch auch mit nur einem Dauermagneten erreicht werden; wenn dieser beispielsweise in eine Querbohrung in der Welle eingelassen ist. Der Dauermagnet besitzt dann eine Länge, die dem Durchmesser der Welle entspricht. Bei dieser Anordnung schneidet der Dauermagnet die Drehachse der Welle. Eine Erhöhung der Impulszahl pro Umdrehung und damit eine Erhöhung der Zahl der Dauermagnete, wobei jeder Magnet ein Signal im Sensor auslöst und gleichzeitig der Rücksetzung des Sensors dient, ist hierdurch nicht möglich. Soll der Geber mehr als einen Impuls pro Umdrehung abgeben und das Auslösen des Impulses und die Rücksetzung des Sensors durch Magnete erfolgen, so sind pro Impuls mindestens zwei Dauermagnete erforderlich.

Andererseits ist es aus der DE-OS 37 29 949 bekannt, daß die Rücksetzung des Sensors auch auf elektronischem Wege erfolgen kann, wodurch die Zahl der benötigten Magnete pro Impuls halbiert werden kann. Diese Lösung hat jedoch den Nachteil, daß hierfür eine spezielle Schaltung erforderlich ist. Diese Schaltung benötigt jedoch eine Betriebsspannung. Somit geht einer der wesentlichen Vorteile der Impulsdrähte verloren, da diese an sich ein Signal auch ohne äußere Betriebsspannung abgeben.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Geber der eingangs genannten Art zur Bestimmung der Drehzahl und/oder Drehrichtung ohne die genannten Nachteile so auszulegen, daß für jeden Impuls pro Umdrehung nur ein Dauermagnet benötigt wird. Gemäß einer weiteren Aufgabe soll zudem eine einfache Drehrichtungserkennung möglich sein. Die Aufgabe wird bei einem gatungsgemäßen Geber zur Bestimmung der Drehzahl und / oder Drehrichtung dadurch gelöst, daß das Auslösen des Barkhausensprungs in dem bistabilen magnetischen Schaltelement und das Rücksetzen des bistabilen magnetischen Schaltelementes durch den gleichen Dauermagneten erfolgt und daß der Dauermagnet versetzt zur Achse des Rotors so angebracht ist, daß seine beiden Magnetpole in Umfangsrichtung des Rotors nebeneinander angeordnet sind.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung ist ein separater Rücksetzmagnet nicht erforderlich. Insbesondere kann mit einer solchen Anordnung aber bei hinreichend kleinem Abstand zwischen den vorbeigeführten Dauermagneten und dem bistabilen magnetischen Schaltelement erreicht werden, daß das Schaltelement nur bei einer Drehrichtung des Rotors sprungartig in einem großen Barkhausensprung ummagnetisiert wird. Die Ursache für diese Drehrichtungsabhängigkeit liegt im Verlauf des Streufeldes des Dauermagneten begründet. Erfolgt beispielsweise bei geeigneter Polung des Dauermagneten bei einer Drehung entgegen dem Uhrzeigersinn eine Ummagnetisierung des Schaltelementes in einem großen Barkhausensprung, so erfolgt beim Entfernen des Dauermagneten das Rücksetzen. Wird die Drehrichtung umgekehrt, so wird das Schaltelement zuerst zurückgesetzt. Anschließend müßte bei Umkehr des Streufeldes am Sensorort ein Schalten in einem großen Barkhausensprung erfolgen. Da sich aber in diesem Fall bei hinreichend geringem Abstand zwischen Magnet und Schaltelement das Ansteuerfeld im Vergleich zur Drehung gegen den Uhrzeigersinn sehr stark ändert und deshalb im Bereich des Schaltelementes inhomogen ist, erfolgt die für das Schalten notwendige sprungartige Ummagnetisierung des Sensors nicht oder nur unzureichend. Dieser Effekt

verschwindet zunehmend mit größerem Abstand zwischen Magnet und Schaltelement, da dann das Ansteuerfeld homogener wird.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn mehrere Dauermagnete vorgesehen sind, von denen jeder zur Auslösung eines Barkhausensprungs und zur Rücksetzung des Schaltelementes dient, da dann eine wesentliche Verbesserung der Auflösung erzielt wird. Als Schaltelement kommen insbesondere die an sich bekannten Impulsdrähte infrage, wobei eine Ausführung bevorzugt wird, bei der dem Impuldraht ein Dauermagnet beigelegt ist. Durch die Verwendung von mindestens zwei Schaltelementen kann eine drehrichtungsabhängige Drehzahlerfassung durchgeführt werden. Vorteilhafterweise weisen die beiden bistabilen magnetischen Schaltelemente dann die gleiche Ausrichtung auf. Handelt es sich bei den Schaltelementen um Impulsdrähte mit beigelegten Dauermagneten, so müssen die beigelegten Dauermagnete in diesem Fall entgegengesetzte Magnetisierungsrichtungen aufweisen. Werden zwei Schaltelemente eingesetzt, so können sie insbesondere auch eine gemeinsame Sensorspule aufweisen. Weiterhin kann durch das Anbringen eines ferromagnetischen Teils in der Verlängerung der Sensorachse das Streufeld des Dauermagneten im Bereich des Schaltelementes homogenisiert werden. Hierdurch läßt sich die Impulsspannung steigern. Zudem vergrößert sich hierdurch der Abstandsbereich, in dem die Drehrichtungsabhängigkeit auftritt.

Anhand der Zeichnungen und der Ausführungsbeispiele wird die Erfindung im folgenden näher erläutert. Es zeigen:

- 35 Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau eines Impuldrahtsensors;
- Fig. 2 den typischen Verlauf eines Schaltimpulses;
- Fig. 3 einen erfindungsgemäßen Geber;
- 40 Fig. 4 einen weiteren erfindungsgemäßen Geber;
- Fig. 5 eine erfindungsgemäße Anordnung sowie den Verlauf und die Inhomogenität des Magnetfeldes am Sensorort;
- Fig. 6 eine erfindungsgemäße Verschaltung von zwei Sensorelementen;
- Fig. 7 eine erfindungsgemäße Verschaltung von zwei Sensorelementen mit gemeinsamer Spule.

50 Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines bistabilen magnetischen Schaltelementes (Sensor) 1 in Form eines sogenannten Impuldrahtsensors, wie er von der Vacuumschmelze GmbH bezogen werden kann. Der Impuldraht nach dieser bevorzugten Ausführungsform beinhaltet einen verspannten Verbundkörper, der aus einem weichmagnetischen Kern 2 und einer äußeren Hülle 3 besteht. Der magnetisch wirksame Teil des Verbundkörpers

ist der Kern 2. Als Material hierfür wird beispielsweise eine CoFe-Legierung mit hoher Magnetostriktion verwendet. Durch Anisotropien, wie sie zum Beispiel durch mechanische Spannungen entstehen, wird erreicht, daß eine sprungartige Ummagnetisierung des weichmagnetischen Materials erfolgt. Das Verbundelement weist daher eine Hülle 3 aus einem Material mit einer niedrigeren Streckgrenze und Festigkeit auf. Durch einen Dehnprozess tritt in der Hülle 3 eine plastische Verformung auf, während der Kern 2 noch im elastischen Bereich liegt. Die bleibenden Deformationen setzen den Kern 2 unter Zugspannungen und bewirken das Schaltverhalten in einem großen Barkhausen-Sprung. Bei der Verwendung des Sensors in Geben zur Bestimmung der Drehzahl und / oder Drehrichtung werden Längen des Impulsdrahtsensors von nur 10 bis 20 mm bevorzugt. Bei solch kurzen Verbunddrähten bilden sich an den Drahtenden magnetische Abschlußbezirke, die die schnelle sprungartige Ummagnetisierung des Verbunddrahtes behindern können. Um dies zu vermeiden, wird daher vorteilhafterweise parallel zu dem Verbundkörper ein gleich langer Dauermagnetdraht 4 angebracht. Der Verbundkörper ist weiterhin von einer Spule 5 umgeben, in der durch die sprungartige Ummagnetisierung eine Spannung induziert wird. Fig. 2 zeigt einen typischen Impulsvorlauf. Die Impulsrate kann in einer nachfolgenden an sich bekannten Schaltung zur Bestimmung der Drehzahl und/oder Drehrichtung herangezogen werden. Der Schaltimpuls wird bei den kommerziell erhältlichen Impulsdrähten beispielsweise bei einem äußeren Magnetfeld von etwa 20 A/cm ausgelöst. Die Richtung des Magnetfeldes muß dabei entgegengesetzt zu dem Feld des im Sensorelement integrierten Magneten 6 orientiert sein. Das Rücksetzen des Sensorelementes erfolgt durch ein äußeres Magnetfeld, das parallel zum Feld des beigelegten Dauermagneten 6 gerichtet ist.

In den Fig. 3 und 4 sind erfindungsgemäße Anordnungen eines Gebers zur Bestimmung der Drehzahl oder Drehrichtung dargestellt. Auf einer Welle 6 sind Dauermagnete 7 versetzt zur Achse des Rotors so angebracht, daß beide Magnetpole in Umfangsrichtung des Rotors 6 nebeneinander angeordnet sind. Radial neben dem Rotor 6 ist das Schaltelement 1 beispielsweise in Form eines Impulsdrahtsensors 8 angeordnet. Zur Homogenisierung des von den Magneten erzeugten Streufeldes am Sensorort kann axial neben dem Impulsdrahtsensor ein ferromagnetisches Teil 8 vorgesehen sein.

Zur Verdeutlichung der Funktionsweise ist in Fig. 5a noch einmal schematisch eine vereinfachte Anordnung mit nur einem Dauermagneten 7 dargestellt, der an dem Rotor 6 befestigt ist. Radial neben dem Rotor 6 befindet sich das Schaltelement 1, dessen Achsenverlängerung sich hier mit der Drehachse des Rotors unter einem rechten Winkel schneidet. In Fig. 5a ist ferner der Winkel  $\theta$  eingezeichnet, der sich aus der Verlängerung der Achse des Schaltelementes und der Verbindungsleitung zwischen Magnet 7 und der Rotorachse ergibt.

5 In Fig. 5b ist der Verlauf des von dem Magneten 7 am Ort des Schaltelementes 1 erzeugten Magnetkomponente in Richtung der Schaltelementachse für einen beliebig gewählten Abstand  $b$  zum Dauermagneten qualitativ dargestellt. Bei Annäherung des Magneten 7 an das Schaltelement 1 steigt zunächst dieses Magnetfeld an. Bei Überschreiten der Schaltfeldstärke  $S$  wird das Schaltelement 1 in einem großen Barkhausen-Sprung ummagnetisiert, und es entsteht ein Impuls in der Spule 5. Dies geschieht bei dem in Fig. 5b dargestellten Winkel  $\theta_1$ . Bei weiterer Annäherung des Dauermagneten 7 an das Schaltelement 1 durchläuft das Magnetfeld am Sensorort ein Maximum und fällt schließlich bis auf den Wert Null ab, der dann erreicht ist, wenn sich der Dauermagnet symmetrisch zur Verlängerung der Achse des Schaltelementes befindet. Bei weiterer Drehung des Rotors 6, wird der Magnet 7 wieder von dem Schaltelement 1 entfernt. Das Magnetfeld am Sensorort steigt dann betragsmäßig wieder an, allerdings weist das Feld nun eine Vorzeichenumkehr auf. Somit kann bei Überschreiten der Rücksetzfeldstärke  $R$  beim Winkel  $\theta_2$  ein Rücksetzen des Schaltelementes durch den gleichen Magneten erfolgen.

10 Bei Umkehrung der Drehrichtung läuft der gesamte Vorgang im Prinzip in umgekehrter Reihenfolge ab. Bei Erreichen der Rücksetzfeldstärke  $R$  unter dem Winkel  $\theta_4$  erfolgt zunächst ein Rücksetzen des Schaltelementes. Die Schaltfeldstärke  $S$  wird bei dieser Umkehrung der Drehrichtung dann aber bereits bei dem Winkel  $\theta_3$  erreicht, der wesentlich kleiner ist, als der Winkel  $\theta_1$ . Bei hinreichend großem geringsten radialen Abstand  $a$  (vgl. Fig. 3 und 4) zwischen Schaltelement 1 und Dauermagnet 7 bzw. bei hinreichend schwachem Dauermagnet 7 erfolgt in diesem Falle ebenfalls eine Ummagnetisierung des Schaltelementes 1 in einem großen Barkhausen-Sprung, und es wird ein Spannungsimpuls in der Spule 5 induziert. Bei hinreichend kleinem geringsten radialen Abstand  $a$  zwischen Schaltelement 1 und Dauermagnet 7 bzw. bei hinreichend starkem Dauermagnet 7 ist das Magnetfeld über die Länge des Schaltelementes bei kleinen Winkeln  $\theta$  aber so inhomogen, daß die Schaltfeldstärke in einzelnen Bereichen des Schaltelementes 1 bereits erreicht wird und in anderen noch nicht. Es erfolgt dann zwar ein Schalten des Schaltelementes 1, jedoch nicht in einem großen Barkhausen-Sprung.

15 20 25 30 35 40 45 50 55

Bei Umkehrung der Drehrichtung läuft der gesamte Vorgang im Prinzip in umgekehrter Reihenfolge ab. Bei Erreichen der Rücksetzfeldstärke  $R$  unter dem Winkel  $\theta_4$  erfolgt zunächst ein Rücksetzen des Schaltelementes. Die Schaltfeldstärke  $S$  wird bei dieser Umkehrung der Drehrichtung dann aber bereits bei dem Winkel  $\theta_3$  erreicht, der wesentlich kleiner ist, als der Winkel  $\theta_1$ . Bei hinreichend großem geringsten radialen Abstand  $a$  (vgl. Fig. 3 und 4) zwischen Schaltelement 1 und Dauermagnet 7 bzw. bei hinreichend schwachem Dauermagnet 7 erfolgt in diesem Falle ebenfalls eine Ummagnetisierung des Schaltelementes 1 in einem großen Barkhausen-Sprung, und es wird ein Spannungsimpuls in der Spule 5 induziert. Bei hinreichend kleinem geringsten radialen Abstand  $a$  zwischen Schaltelement 1 und Dauermagnet 7 bzw. bei hinreichend starkem Dauermagnet 7 ist das Magnetfeld über die Länge des Schaltelementes bei kleinen Winkeln  $\theta$  aber so inhomogen, daß die Schaltfeldstärke in einzelnen Bereichen des Schaltelementes 1 bereits erreicht wird und in anderen noch nicht. Es erfolgt dann zwar ein Schalten des Schaltelementes 1, jedoch nicht in einem großen Barkhausen-Sprung.

In Fig. 5c ist hierzu beispielhaft die Stärke des Magnetfeldes in Richtung der Sensorachse über die Sensorlänge für einige Winkel  $\theta$  aufgetragen. Wie daraus zu ersehen ist, ist bei kleinen Winkeln von beispielsweise  $\theta = 1^\circ$  oder  $\theta = 5^\circ$  die Inhomogenität des Feldes über die Sensorlänge beachtlich, während sie für größere Winkel von beispielsweise  $\theta = 35^\circ$  oder  $40^\circ$  nahezu vernachlässigbar ist.

In einer speziellen Ausführungsform wurde ein Geber zur Bestimmung der Drehzahl und/oder Drehrichtung realisiert, bei dem als Schaltelement 1 ein Impuldrahtsensorelement des Typs MSE 580/002 der Vacuumschmelze GmbH sowie Magnete des Typs VACODYM VD370 HR mit den Abmessungen 10 x 10 x 3 mm des gleichen Herstellers verwendet wurden. Die höchsten Impulsspannungswerte ergaben sich bei Positionierung des Sensorelementes in vertikaler Richtung in einem Abstand  $c$  von etwa 0 bis 2 mm unterhalb der Drehachse des Rotors 6. Mit dieser Anordnung wurden bei Umkehr der Drehrichtung entweder keine Impulse oder lediglich Impulse mit kleiner Amplitude registriert. Erst mit zunehmendem Abstand zwischen Magnet und Sensorelement glichen sich die Impulshöhen in beiden Drehrichtungen an. Mit einer Anordnung, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist, ist bei Verwendung der obengenannten Sensorelemente und Dauermagnete eine Drehrichtungserkennung möglich, wenn der geringste radiale Abstand  $a$  zwischen Sensorelement und Dauermagnet weniger als 10 mm, vorzugsweise 1 bis 7 mm beträgt. Bei einer Anordnung gemäß Fig. 4 liegt der optimale geringste radiale Abstand  $a$  zur Drehrichtungserkennung bei Verwendung der obengenannten Sensorelemente und Dauermagnete bei ca. 3 bis 6 mm. In beiden Fällen konnten in der Sensorspule Impulsspannungen von etwa 2 bis nahezu 4 V erreicht werden.

Eine weitere Steigerung der Impulsspannung konnte durch ein axial neben dem Schaltelement 1 angeordnetes ferromagnetisches Teil erreicht werden. Mit einem ferromagnetischen Teil der Abmessungen 12 x 4 x 6,5 mm wurde eine Steigerung der Impulsspannung um ca. 0,5 bis 0,8 V erzielt. Durch dieses ferromagnetische Teil wurde zudem eine Ausdehnung des Abstandsbereichs, in dem eine Drehrichtungserkennung möglich ist, auf nahezu den gesamten Bereich erreicht, in dem Impulse überhaupt ausgelöst werden können.

Im Falle einer Anordnung mit Drehrichtungserkennung ist es bei Verwendung lediglich eines Schaltelementes in der Regel nur möglich, die Drehzahl in einer Drehrichtung zu erfassen. Gegebenenfalls kann aber dann auch aus der unterschiedlichen Höhe der Impulse bei verschiedenen Drehrichtungen eine Drehzahl- und Drehrichtungserkennung vorgenommen werden. Soll die Dreh-

zahl bei Drehrichtungserkennung für beide Drehrichtungen bestimmt werden, so ist es jedoch vorteilhaft, ein weiteres Schaltelement einzusetzen. Handelt es sich hierbei um einen Impuldrahtsensor mit beigelegtem Dauermagneten, so muß der darin enthaltene Magnet entgegengesetzt zum Magneten des ersten Impuldrahtsensors aufmagnetisiert sein.

In Fig. 6 und 7 sind entsprechende Schaltungen für zwei Sensorelemente dargestellt. Bei der Ausgestaltung nach Fig. 6 sind die Spulen 5 der Schaltelemente 1 in Reihe geschaltet. Diese Anordnung benötigt lediglich zwei Anschlußleitungen. Die Drehrichtung ist hierbei am Vorzeichen der Spannungsimpulse zu erkennen. Bei der Ausgestaltung nach Fig. 7 ist den beiden Impuldrahtsensorelementen eine gemeinsame Sensorspule 5 zugeordnet. Hierdurch ergibt sich eine besonders kompakte Bauweise.

#### Patentansprüche

1. Elektromagnetischer Geber zur Bestimmung der Drehzahl und/oder Drehrichtung eines Rotors (6) mit mindestens einem an dem Rotor (6) angebrachten Dauermagneten (7) und mit mindestens einem seitlich neben dem Rotor angeordneten bistabilen magnetischen Schaltelement (1) mit zugehöriger Sensorspule (5), das sprungartig in einem großen Barkhausensprung ummagnetisierbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Auslösen des Barkhausensprungs in dem bistabilen magnetischen Schaltelement (1) und das Rücksetzen des bistabilen magnetischen Schaltelements (1) durch den gleichen Dauermagneten (7) erfolgt und daß der Dauermagnet (7) versetzt zur Achse des Rotors (6) so angebracht ist, daß seine beiden Magnetpole in Umfangsrichtung des Rotors (6) nebeneinander angeordnet sind.
2. Elektromagnetischer Geber nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ummagnetisieren des bistabilen magnetischen Schaltelements (1) nur bei einer Drehrichtung des Rotors (6) sprungartig in einem großen Barkhausensprung erfolgt.
3. Elektromagnetischer Geber nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Dauermagnete (7) vorgesehen sind, von denen jeder zur Auslösung eines Barkhausensprungs und zur Rücksetzung des Schaltelements (1) dient.

4. Elektromagnetischer Geber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem bistabilen magnetischen Schaltelement (1) ein Dauermagnet (4) beigelegt ist.

5

5. Elektromagnetischer Geber nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur drehrichtungsabhängigen Drehzählerfassung mindestens zwei bistabile magnetische Schaltelemente (1) vorgesehen sind.

10

6. Elektromagnetischer Geber nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden bistabilen magnetischen Schaltelemente (1) die gleiche Ausrichtung und die den Schaltelementen (1) beigelegten Dauermagnete (4) entgegengesetzte Magnetisierungsrichtungen aufweisen.

15

7. Elektromagnetischer Geber nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorspulen (5) der beiden bistabilen magnetischen Schaltelemente (1) elektrisch in Reihe geschaltet sind.

20

8. Elektromagnetischer Geber nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß den beiden bistabilen magnetischen Schaltelementen (1) eine gemeinsame Sensorspule (5) zugeordnet ist.

25

9. Elektromagnetischer Geber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß axial neben dem bistabilen magnetischen Schaltelement (1) ein ferromagnetisches Teil (8) vorgesehen ist.

30

10. Elektromagnetischer Geber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der geringste radiale Abstand a zwischen dem Dauermagneten (7) und dem bistabilen magnetischen Schaltelement (1) nicht mehr als 10 mm, vorzugsweise 1 bis 7 mm beträgt.

35

40

45

50

55

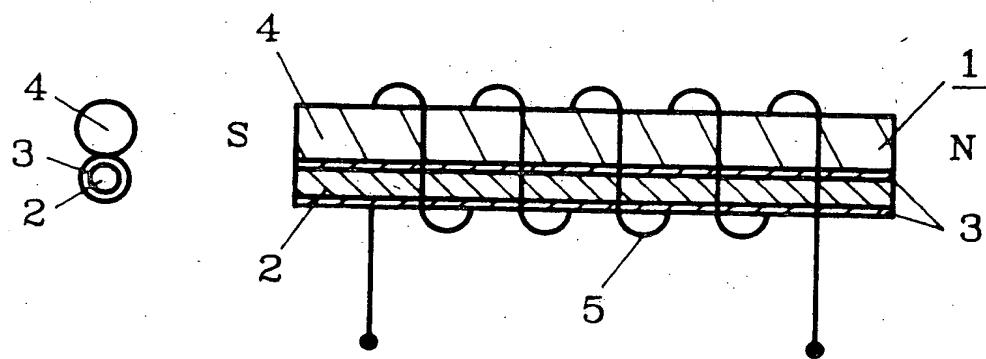


Fig. 1

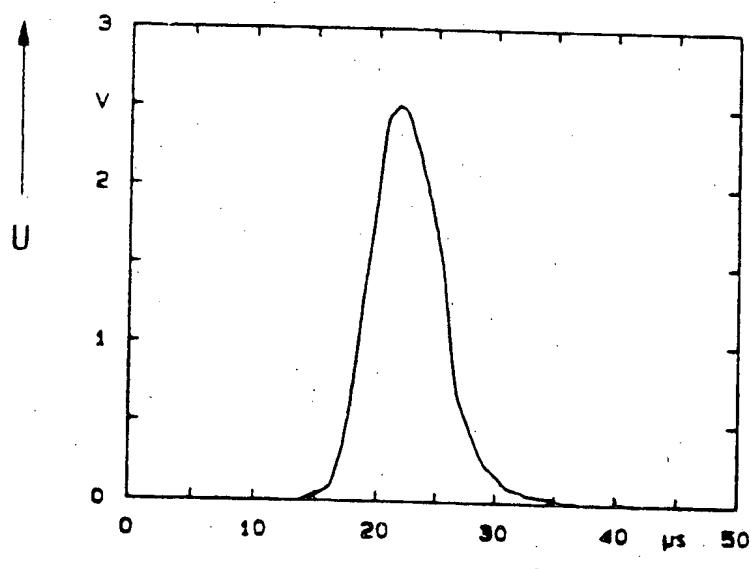


Fig. 2

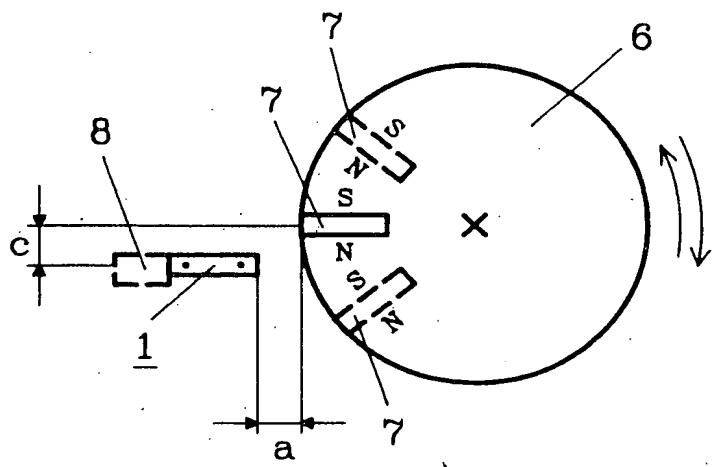


Fig. 3

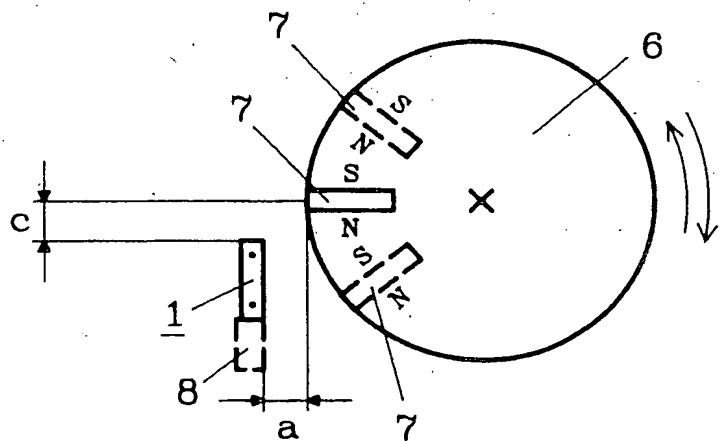


Fig. 4

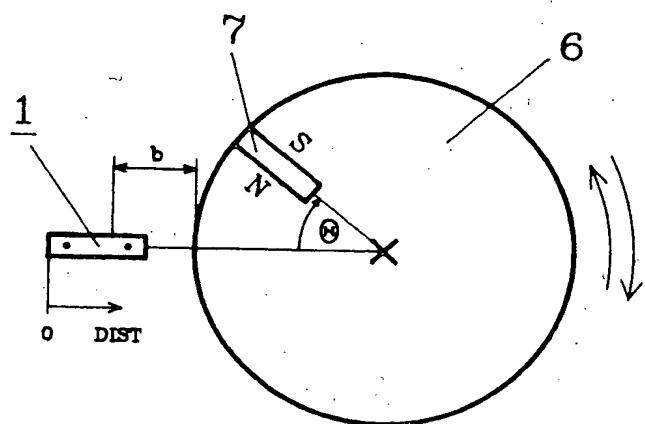


Fig. 5a

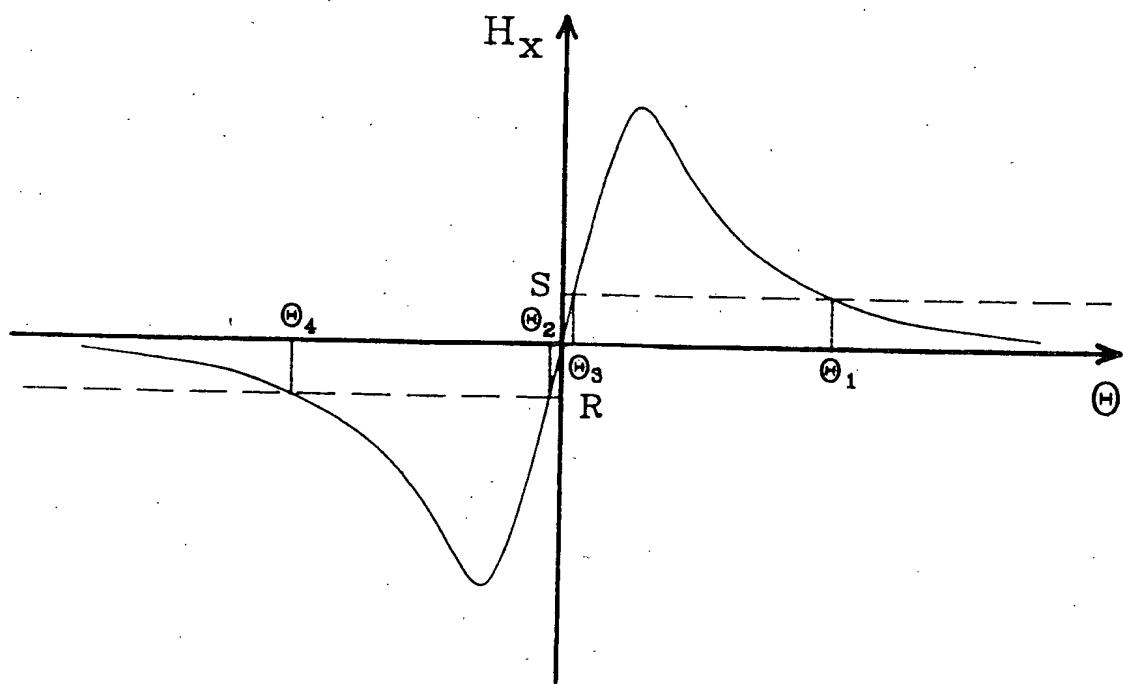


Fig. 5b

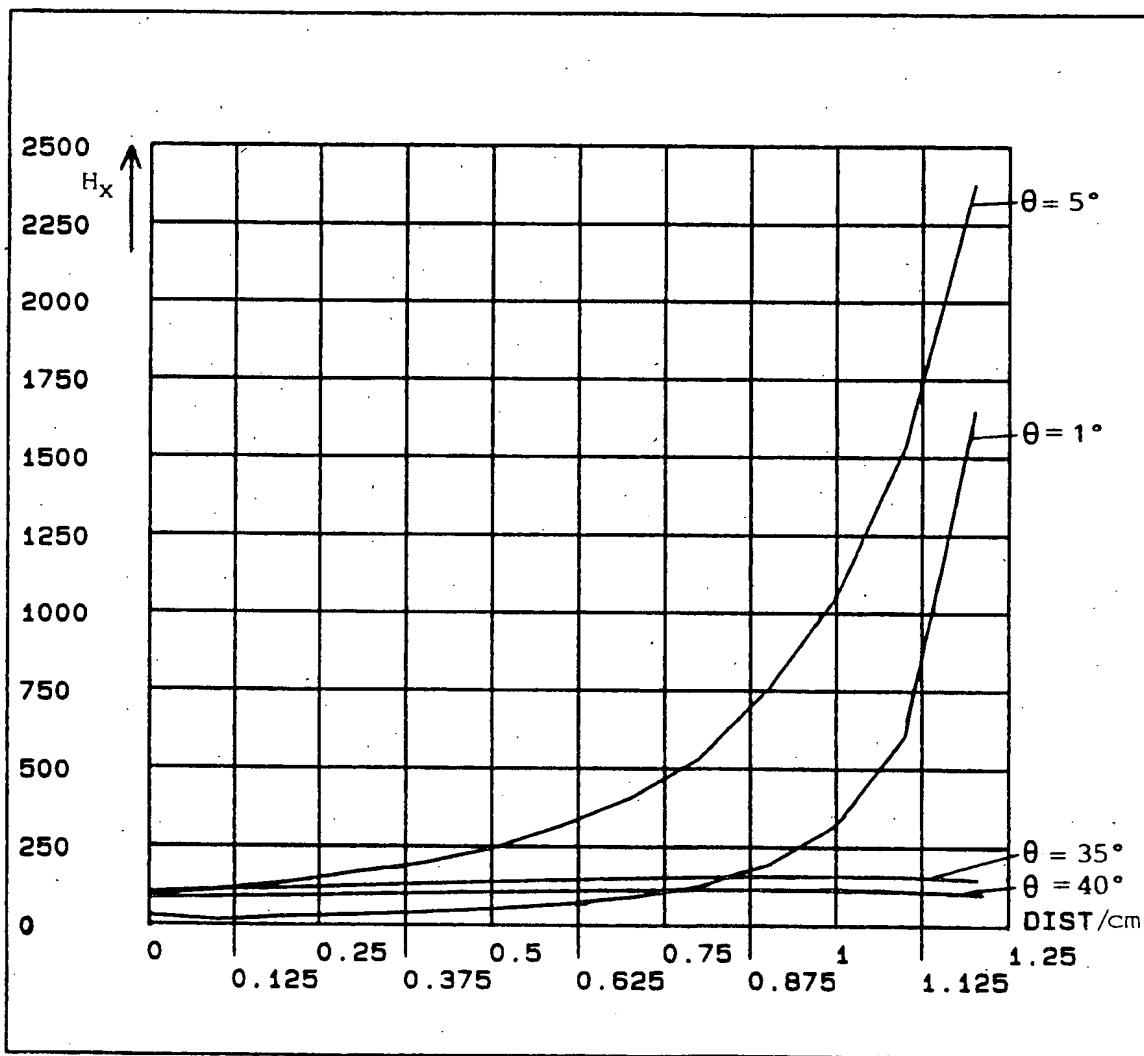


Fig. 5c

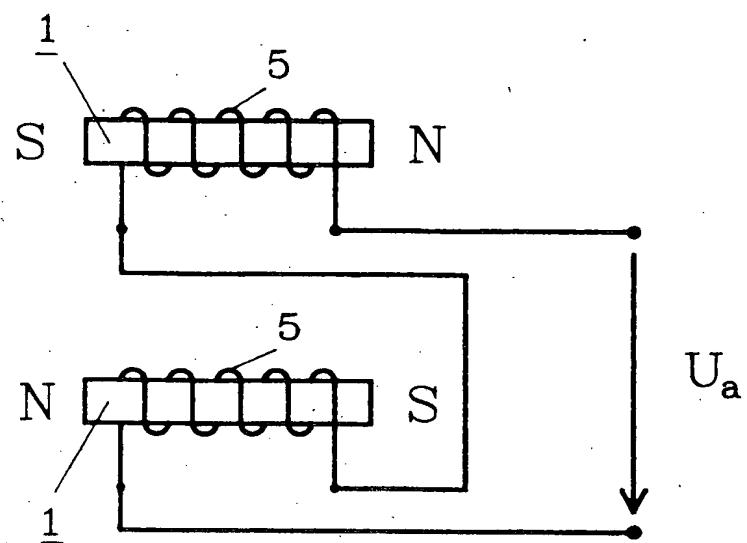


Fig. 6

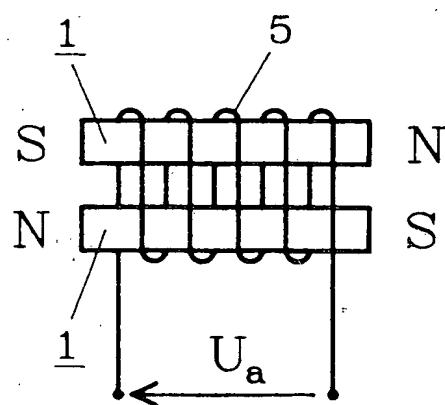


Fig. 7



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 11 7803

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)		
X	WO-A-8 301 354 (BOSCH) * Seite 7, Zeile 15 - Zeile 33 * * Seite 6, Zeile 17 - Zeile 21 * * Abbildungen 3A, 3B * ---	1,9	G01P3/481 H02N11/00		
Y	US-A-4 453 420 (NAKANE ET AL) * Spalte 2, Zeile 15 - Zeile 38 * * Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 9 * * Spalte 3, Zeile 34 - Zeile 42 * * Abbildungen 1,2,7 * ---	1-3			
D, Y	DE-A-3 621 778 (VACUUMSCHMELZE) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1-3			
A	---	10			
A	GB-A-2 125 970 (DODUCO) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1,4,9			
A	US-A-4 783 609 (SUGIYAMA ET AL) * Spalte 2, Zeile 65 - Spalte 3, Zeile 29 * * Abbildungen 1-3 *	1,7			
A	GB-A-2 074 389 (TELDIX) * Zusammenfassung * * Seite 3, Zeile 26 - Zeile 40 * * Abbildungen 1-4 * -----	1,8	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.5)  G01D G01P H02N F02P		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt					
Recherchenart	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer			
DEN HAAG	24 FEBRUAR 1992	JONSSON P. O.			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE					
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet					
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie					
A : technologischer Hintergrund					
O : nichtschriftliche Offenbarung					
P : Zwischenliteratur					
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze					
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist					
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument					
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument					
& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument					

und daß die Entfernung des Schaltelementes (1) vom Rotor (6) so gering gewählt ist, daß sich bei Umkehrung der vorgegebenen Drehrichtung längs des Schaltelementes (1) eine so inhomogene magnetische Feldstärke ergibt, daß das Schaltelement nicht in einem großen Barkhausen-Sprung ummagnetisierbar ist, so daß sich abhängig von der Drehrichtung des Rotors (6) unterschiedlich hohe Spannungsimpulse ergeben, die zur Drehrichtungserkennung auswertbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mindestens zwei bistabile magnetische Schaltelemente (1) vorgesehen sind, die die gleiche Ausrichtung haben und daß beiden Schaltelementen (1) Dauermagnete (4) beigelegt sind, die entgegengesetzte Magnetisierungsrichtungen aufweisen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Sensorspulen (5) der beiden bistabilen magnetischen Schaltelemente (1) elektrisch in Reihe geschaltet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß den beiden bistabilen magnetischen Schaltelementen (1) eine gemeinsame Sensorspule (5) zugeordnet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 10  
dadurch gekennzeichnet,  
daß sich die Schaltelemente (1) in einem großen Barkhausen-Sprung ummagnetisierbar sind, so daß sich abhängig von der Drehrichtung des Rotors (6) unterschiedlich hohe Spannungsimpulse ergeben, die zur Drehrichtungserkennung auswertbar sind.

15. 2. Device according to Claim 1, characterized in that at least two bistable magnetic switching elements (1) are provided, these having the same alignment, and in that permanent magnets (4) which have opposed directions of magnetization are placed beside the two switching elements (1).

20. 3. Device according to Claim 2, characterized in that the sensor coils (5) of the two bistable magnetic switching elements (1) are connected electrically in series.

25. 4. Device according to Claim 2, characterized in that a common sensor coil (5) is assigned to the two bistable magnetic switching elements (1).

25 **Reivendications**

1. Dispositif pour déterminer la vitesse et/ou la direction de rotation d'un rotor (6) comportant au moins un aimant permanent (7) monté sur le rotor (6) et au moins un élément de circuit (1) magnétique bistable disposé essentiellement en direction radiale à côté du rotor, équipé d'une bobine de capteur (5) différente, et dont l'aimantation peut être inversée par à-coup par un effet puissant de Barkhausen dans une direction de rotation donnée du rotor, **caractérisé en ce que**  
l'aimant permanent (7) est monté avec un décalage par rapport à l'axe du rotor (6) de sorte que ses deux pôles magnétiques soient espacés l'un de l'autre dans la direction circonférentielle du rotor (6), de telle sorte que par l'intermédiaire de l'aimant permanent (7) passé à côté de l'élément de circuit (1), l'intensité de champ (S à la figure 5b) pour le déclenchement de l'effet de Barkhausen et l'intensité de champ de réinitialisation (R à la figure 5b) pour la réinitialisation de l'élément de circuit (1) sont chacune dépassées une fois, et en ce que la distance de l'élément de circuit (1) du rotor (6) est choisie si faible qu'en cas d'inversion de la direction de rotation donnée le long de l'élément de circuit (1), il en résulte une intensité de champ magnétique si peu homogène que l'aimantation de l'élément de circuit ne peut pas être inversée par un effet puissant de Barkhausen, si bien qu'il en résulte des impulsions de tension de hauteurs différentes en fonction de la direction de rotation du rotor (6), qui peuvent être évaluées pour la détection de la direction de la rotation.